

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-041685

(43)Date of publication of application : 09.02.1990

(51)Int.Cl.

H02N 11/00  
B25J 19/00

(21)Application number : 63-190875

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC

(22)Date of filing : 29.07.1988

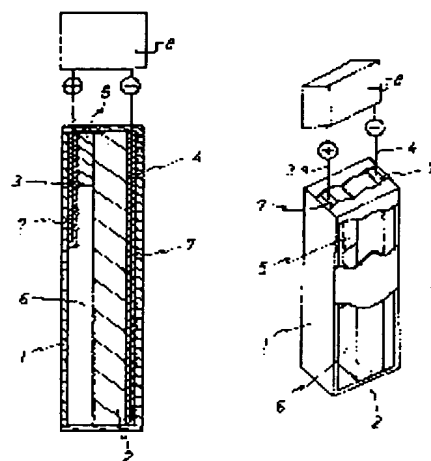
(72)Inventor : KURAUCHI NORIO  
OKADA AKANE  
HIROSE MIHARU  
SHIGA TORU

## (54) MECHANOCHEMICAL ACTUATOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To rapidly and largely bend and deform by controlling a DC voltage to be applied between positive and negative electrodes, and so absorbing and swelling electrolyte solution as to differentiate ionic polymer gel on positive and negative electrode sides.

**CONSTITUTION:** A mechanochemical actuator is formed at a rectangular shell 1 of a polymer elastic material such as, for example, an acryl film or the like, and platelike ionic polymer gel 2 to be bent by the application of a DC voltage and platelike positive and negative electrodes 3, 4 for applying electric energy to the gel 2 are disposed in an inner space. The electrode 4 is flexible, and deformed upon deformation of the gel 2, and the electrode 3 is so disposed that the gel is not brought into contact therewith through a plastic spacer 5. The electrodes 3, 4 are covered on the surfaces with nonionic polymer gel 7, and electrolyte solution 6 is filled in a remaining space. A power source 8 is connected between both the electrodes. Thus, the positive electrode side face absorbs much solution to be swelled under the control of the application of a voltage thereby to bend the whole.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The outer shell which consists of a spring material and has space in the interior, and the electrolytic solution inserted into the space formed in this outer shell, The positive electrode and the negative electrode which are arranged in said space and it comes to cover with nonionic polymer gel in a front face, The power-source means which it comes to connect with this positive electrode and the negative electrode, and controls direct-current-voltage impression to between this positive electrode and the negative electrode, The mechanochemical actuator characterized by the deformation force which is between this positive electrode and the negative electrode, and is produced according to the deformation accompanying control of the above-mentioned direct-current-voltage impression consisting of ionicity polymer gel which it comes to arrange in the location which acts on the above-mentioned outer shell.

[Claim 2] The mechanochemical actuator characterized by coming to provide a means to prevent contacting ionicity polymer gel directly in the above-mentioned positive electrode in a mechanochemical actuator given in a claim (1).

---

[Translation done.]

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

#### [Industrial Application]

This invention relates to the mechanochemical actuator applicable to a switching device, a robot's finger contact, etc. crooked by electric stimulus.

#### [Description of the Prior Art]

With the advance of robotics or the iatrotechnique, it is lightweight and the needs to the small actuator which is rich in flexibility are increasing quickly. Conventionally, the thing based on electromagnetic force has been used for a long time so that an actuator may be looked at by the motor. While this kind of actuator has in engineering the advantage [ control ] of being easy, a system becomes large-scale in the top where structure is complicated, and the fault that an output weight ratio is small exists. Moreover, it is considerably inferior in respect of flexibility. Then, to the above-mentioned needs, the actuator by the new principle is examined and, on the other hand, the thing using the mechanochemical matter represented by polymer gel has been capturing the spotlight.

Here, the mechanochemical matter is an organic substance to which oneself performs a mechanical deformation by stimulus of presentation change of a solvent, light, etc., and since oneself deforms while it is lightweight and rich in flexibility, as for the actuator using this, it is expected small and that an output weight ratio will become large. The actuator using the mechanochemical matter expanding and contracting by an optical exposure or solvent exchange until now is proposed (JP,60-184975,A).

Although improvement in responsibility is aimed at in these actuators as it is easy to contact a stimulus kind and the mechanochemical matter physically, structure becomes complicated and difficulty is followed on controlling a stimulus kind in engineering.

Moreover, the system which the electrical and electric equipment with easy control is chosen [ system ] as a stimulus kind, and makes the mechanochemical matter expand and contract is also proposed (JP,62-151824,A, JP,61-4731,A). When the mechanochemical matter near a positive electrode contracts by impression of an electrical potential difference, residual stress occurs in the interior of the mechanochemical matter, and it is made to destroy the mechanochemical matter in it, since the mechanochemical matter is filled up into the whole building envelope of an outer shell with the system which the mechanochemical matter expanded and contracts by electric stimulus given in JP,62-151824,A. Moreover, by the system given in JP,61-4731,A, the mechanochemical matter tends to be immersed into a solution, and you are going to impress an electrical potential difference to the electrode in a solution, and are going to make it this mechanochemical matter greatly crooked according to an operation of the electrical and electric equipment, and the application to an actuator is considered using this. However, it will be able to be used only in a solution but the range of applied will be limited.

#### [Explanation of the 1st invention]

\*\*\*\* 1 invention (invention given in the \*\*\*\*\* (1) term of a patent claim) tends to be made in view of the trouble of the above-mentioned conventional technique, and does not tend to spoil the property of the mechanochemical matter at the time of actuation, but tends to offer an usable mechanochemical actuator into atmospheric air.

The mechanochemical actuator of \*\*\*\* 1 invention The outer shell which consists of a spring material and has space in the interior, and the electrolytic solution inserted into the space formed in this outer shell, The positive electrode and the negative electrode which are arranged in said space and it comes to cover with nonionic polymer gel in a front face, The power-source means which it comes to connect with this positive electrode and the negative electrode, and controls direct-current-voltage impression to between this positive electrode and the negative electrode, It is characterized by the deformation force which is between this positive electrode and the negative electrode, and is produced according to the deformation accompanying control of the above-mentioned direct-current-voltage impression consisting of ionicity polymer gel which it comes to arrange in the location which acts on the above-mentioned outer shell.

By controlling impression of the direct current voltage of a between [ the above-mentioned positive electrode and the negative electrodes ], the mechanochemical actuator of \*\*\*\* 1 invention is deformed by flexion, when the ionicity polymer gel which is the mechanochemical matter absorbs a nearby electrolytic solution many and swells more from the field by the side of the negative electrode in the field by the side of the positive electrode. The whole actuator is crooked as a result by making the applied force accompanying this deformation act on an outer shell. Moreover, in order that ionicity polymer gel may discharge an electrolytic solution by making forward and the negative one of an electrode reverse, removing an electrical potential difference, it restores to the original condition, and in connection with it, the whole actuator is restored to the original condition. Furthermore, the whole actuator can also be reversed if the condition of having made reverse forward and the negative one of the above-mentioned electrode is continued. By the repeat of absorption and discharge into the polymer gel of the electrolytic solution which it comes to arrange in an outer shell, since the actuator of \*\*\*\* 1 invention is what carries out crookedness / restoration movement of the polymer gel, it controls generating of the residual stress in gel, ionicity polymer gel does not destroy it, and the property is not spoiled. Moreover, since the actuator of \*\*\*\* 1 invention is what carries out hold \*\*\*\* of an electrolytic solution, an electrode, and the ionicity polymer gel into an outer shell, there is no problem of operating only in a solution like before, and it can be used into atmospheric air. Therefore, it can use for a wide range application. Furthermore, if it is unified in the space of an outer shell and a positive electrode and the negative electrode shorten both spacing, the actuator of \*\*\*\* 1 invention can operate also with a minute electrical potential difference (about [ several ] V), and can control the rate of crookedness, the amount of distortion to generate easily.

The actuator of \*\*\*\* 1 invention which has such a property is applicable to a switching device, a closing motion valve, robot finger contact, etc.

#### [Explanation of the 2nd invention]

hereafter, invention (a \*\* — it considers as the 2nd invention) which made \*\*\*\* 1 invention more concrete is explained.

It comes to arrange the mechanochemical actuator of \*\*\*\* 2 invention in the building envelope of an outer shell where ionicity polymer gel, an electrolytic solution, and the positive electrode and the negative electrode which it comes to cover with nonionic polymer gel in

a front face consist of a spring material.

The above-mentioned ionicity polymer gel performs crookedness / restoration movement by impression of electric field, and discharge, and in order to make it answer electric field, it is taken as the thing of ionicity. As this ionicity polymer gel, it is desirable to use the following.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許出願公告番号

特公平7-97912

(24) (44) 公告日 平成 7 年(1995)10月18日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 N 11/00	Z			
B 2 5 J 19/00	A			

請求項の数 2 (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願昭63-190875	(71) 出願人	999999999 株式会社豊田中央研究所 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番 地の1
(22) 出願日	昭和63年(1988) 7 月29日	(71) 出願人	999999999 科学技術庁長官官房会計課長 東京都千代田区霞が関 2 丁目 2 番 1 号
(65) 公開番号	特開平2-41685	(72) 発明者	倉内 紀雄 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番 地の1 株式会社豊田中央研究所内
(43) 公開日	平成 2 年(1990) 2 月 9 日	(72) 発明者	岡田 茜 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番 地の1 株式会社豊田中央研究所内
		(74) 代理人	弁理士 大川 宏
		審査官	清水 稔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 メカノケミカルアクチュエータ

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 弾性材料よりなり、内部に空間のある外殻と、該外殻内に形成された空間内に挿入された電解質溶液と、前記空間内に配置され、表面を非イオン性高分子ゲルにより被覆されてなる正電極及び負電極と、該正電極と負電極とに接続されてなり、該正電極と負電極との間への直流電圧印加の制御を行う電源手段と、該正電極と負電極との間であって、上記直流電圧印加の制御に伴うその変形により生ずる変形力が上記外殻に作用する位置に配置されてなるイオン性高分子ゲルとよりなることを特徴とするメカノケミカルアクチュエータ。

【請求項 2】 請求項 (1) 記載のメカノケミカルアクチュエータにおいて、上記正電極を、イオン性高分子ゲルと直接接触するのを防止する手段を具備してなることを特徴とするメカノケミカルアクチュエータ。

2

【発明の詳細な説明】

〔産業上の利用分野〕

本発明は、スイッチ素子やロボットの触指等に適用することができる、電氣的刺激により屈曲するメカノケミカルアクチュエータに関するものである。

〔従来技術〕

ロボット工学や医療技術の進歩に伴い、軽量で柔軟性に富む小型のアクチュエータに対するニーズが急速に高まっている。従来、アクチュエータは、モータに見られるように電磁氣力を基本としたものが長い間使われてきた。この種のアクチュエータは制御が工学的に容易であるという長所がある反面、構造が複雑であるうえにシステムが大掛かりになり出力重量比が小さいという欠点が存在する。また柔軟性という点でかなり劣っている。そこで、上記ニーズに対して一方では新しい原理によるア

クチュエータが検討され、高分子ゲルに代表されるメカノケミカル物質を用いたものが注目を浴びてきている。ここで、メカノケミカル物質とは、溶媒の組成変化や光などの刺激により自らが機械的変形を行う有機物質のことであり、これを利用したアクチュエータは小型、軽量であり、かつ柔軟性に富むと同時に自らが変形するので出力重量比が大きくなることが期待される。これまでに光照射や溶媒交換によりメカノケミカル物質が伸縮することを利用したアクチュエータが提案されている（特開昭60-184975号）。

これらのアクチュエータでは、刺激種とメカノケミカル物質とを物理的に接触しやすくして応答性の向上を図っているが、構造が複雑になり、刺激種を工学的に制御するのに困難さを伴う。

また、制御が容易な電気を刺激種に選んでメカノケミカル物質を伸縮させるシステムも提案されている（特開昭62-151824号、特開昭61-4731号）。特開昭62-151824号記載の電氣的刺激によりメカノケミカル物質が伸縮するシステムでは、外殻の内部空間全体にメカノケミカル物質が充填されるために、電圧の印加により正極付近のメカノケミカル物質が収縮した際にメカノケミカル物質の内部に残留応力が発生してメカノケミカル物質を破壊せしめる。また、特開昭61-4731号記載のシステムでは、メカノケミカル物質を溶液中に浸漬し、溶液中の電極に電圧を印加して、該メカノケミカル物質を電気の作用により大きく屈曲させようとするものであり、これを用いてアクチュエータへの応用が考えられている。しかし、溶液中でしか使用することができず、応用の範囲が限定されてしまう。

#### 〔第1発明の説明〕

本第1発明（特許請求の範囲第（1）項に記載の発明）は、上記従来技術の問題点に鑑みなされたものであり、作動時にメカノケミカル物質の特性を損なわず、大気中においても使用可能なメカノケミカルアクチュエータを提供しようとするものである。

本第1発明のメカノケミカルアクチュエータは、弾性材料よりなり、内部に空間のある外殻と、該外殻内に形成された空間内に挿入された電解質溶液と、前記空間内に配置され、表面を非イオン性高分子ゲルにより被覆されてなる正電極及び負電極と、該正電極と負電極とに接続されてなり、該正電極と負電極との間への直流電圧印加の制御を行う電源手段と、該正電極と負電極との間であって、上記直流電圧印加の制御に伴うその変形により生ずる変形力が上記外殻に作用する位置に配置されてなるイオン性高分子ゲルとよりなることを特徴とするものである。

本第1発明のメカノケミカルアクチュエータは、上記正電極及び負電極の間への直流電圧の印加を制御することによりメカノケミカル物質であるイオン性高分子ゲルがその正電極側の面において負電極側の面よりもより多く

の電解質溶液を吸収してより膨潤することにより屈曲変形する。この変形に伴う作用力を外殻に作用させることにより結果としてアクチュエータ全体が屈曲する。また、電圧を除くか、あるいは電極の正・負を逆にすることによりイオン性高分子ゲルが電解質溶液を排出するために元の状態に復元し、それに伴ってアクチュエータ全体は元の状態に復元する。更に、上記電極の正・負を逆にした状態を続けるとアクチュエータ全体が反転することもできる。本第1発明のアクチュエータは、外殻内に配置されてなる電解質溶液の高分子ゲル内への吸収・排出の繰り返しにより、高分子ゲルを屈曲・復元運動させるものであるため、ゲルにおける残留応力の発生を抑制し、イオン性高分子ゲルが破壊することはなく、その特性が損なわれることはない。また、本第1発明のアクチュエータは、電解質溶液、電極及びイオン性高分子ゲルを外殻内に収容挿置するものであるため、従来のように溶液中でしか作動しないという問題はなく、大気中においても使用することができる。従って、広範囲な用途に利用することができる。更に、本第1発明のアクチュエータは、正電極と負電極とが外殻の空間で一体化され、両者の間隔を短くすれば、微小な電圧（数V程度）によっても作動し、屈曲の速度及び発生する歪みの量等を容易に制御することができる。

このような特性を有する本第1発明のアクチュエータは、スイッチ素子、開閉弁、ロボット触指等に応用することができる。

#### 〔第2発明の説明〕

以下、本第1発明をより具体的に示した発明（本第2発明とする）を説明する。

30 本第2発明のメカノケミカルアクチュエータは、イオン性高分子ゲルと、電解質溶液と、表面を非イオン性高分子ゲルにより被覆されてなる正電極及び負電極とが弾性材料よりなる外殻の内部空間に配置されてなるものである。

上記イオン性高分子ゲルは、電場の印加、解除により屈曲・復元運動を行うものであり、電場に応答させるためにイオン性のものとする。該イオン性高分子ゲルとしては、以下のようなものを用いるのが望ましい。すなわち、ポリビニルアルコールとポリアクリル酸を溶解させた水・ジメチルスルホキシド混合溶液を2回ないし数回繰り返して凍結解凍し、さらにその生成物を水酸化ナトリウム水溶液に浸漬することにより得られるイオン性高分子ゲルである。この高分子ゲルは機械的強度に優れ、衝撃等の外力では容易に破壊しない。この場合、上記混合溶媒の有機溶媒としてはジメチルスルホキシド以外のものを用いることもできるが、ポリビニルアルコールと相溶性のあるジメチルスルホキシドが最もよい。上記混合溶媒の場合、ジメチルスルホキシドの体積分率が25～40%の混合溶媒を用いることが良く、体積分率20%以下、または40%以上の場合、イオン性高分子ゲルは得られる

ものの電氣的刺激により応答して生ずる屈曲の歪みは小さい。凍結解凍の条件として前記混合溶液を60℃以上に加熱した後-40℃以下の温度で急に凍結し、さらに1時間当たり10℃以下の昇温速度でゆっくりと解凍するのが好ましい。この条件以外で得られた生成物は、次の水酸化ナトリウム水溶液に浸漬する工程で著しく膨潤して最終のイオン性高分子ゲルの機械的強度は低下する。なお、製造工程のうち、水酸化ナトリウム水溶液の浸漬を省くと、高分子ゲルはほとんど屈曲しない。

本第2発明における電解質溶液は、水酸化リチウム、炭酸ナトリウム、炭酸水素カリウム等の塩基性塩の水溶液が良い。塩化ナトリウム、臭化カリウム等の中性塩を用いることもできるが、メカノケミカルアクチュエータを長時間連続して作動させるとその性能が徐々に低下する。

塩酸、リン酸、塩化マグネシウム、硫酸第二鉄等の酸性塩や2価、3価の陽イオンをもつ塩は前記イオン性高分子ゲルのメカノケミカル特性を失わせる。

正電極と負電極は、表面を非イオン性高分子ゲルで被覆されたものとする。これは、電極の素材である金属と外殻とが直接接触するのを防ぎ、外殻を保護するためである。

該非イオン性高分子ゲルとしては特に制限はないが、例えば4%ポリビニルアルコール水溶液を繰り返し凍結解凍して得られる高分子ゲルが望ましい。正電極及び負電極の素材としては、白金線、金薄膜、カーボン繊維等の柔軟性を有するものが良い。上記非イオン性高分子ゲルを被覆する方法としては、非イオン性高分子ゲルの薄膜を作成した後それを接着剤を用いて電極に被覆するのが望ましい。

また、被覆する非イオン性高分子ゲルの厚さとしては、0.1mm~1mmの範囲が適当である。この正電極と負電極とは1対でもよく更にそれ以上の数用いても良い。また、正電極と前記イオン性高分子ゲルとが直接接触するのを防止する手段を具備しておくのが望ましい。これは、正電極とイオン性高分子ゲルとが接触すると、両者が反応してイオン性高分子ゲルが有するメカノケミカル特性が減少して電氣的刺激に対して応答しにくくなるためである。従って、アクチュエータが屈曲した状態から復元させるために、正・負の電極を逆にする場合、以前電極であったものが正電極となるが、復元する状態では、イオン性高分子ゲルが電解質溶液を排出しているため該電極とイオン性高分子ゲルとの相互作用は小さく両者が接触していても問題はない。しかし、更にアクチュエータを反転させる場合には、両者の相互作用が大きくなるため、この場合には、該電極は、イオン性高分子ゲルと接触しない位置に配置するのが良い。

この接触防止手段としては、正電極とイオン性高分子ゲルとの間にスペーサを設置しておく等により具備できる。

上記イオン性高分子ゲル等を内部に配置する外殻は、内部の物質を外力から保護する働きをするものであり、素材を弾性材料とする。該弾性材料は、高分子が望ましく、例えば、アクリルフィルム、ニトリル・ブタジエンゴム等が挙げられる。

外殻の内部の空間では、正電極と負電極との間にイオン性高分子ゲルがはさまれた形の積層状で配置するのが良い。

また、イオン性高分子ゲルは、その屈曲・復元運動により外殻を変形させて、アクチュエータ全体を屈曲・復元させるものである。そのため、イオン性高分子ゲルの配置は、上記正電極と負電極との間であって、かつ両電極間への直流電圧印加の制御に伴うイオン性高分子ゲルの変形により生ずる変形力が上記外殻に作用する位置とする。この例としては、第5図に示すように、正・負の電極3、4間であって、イオン性高分子ゲル2の両端が外殻1の空間内面に固定されている配置がある。この場合、イオン性高分子ゲル2が変形することにより、イオン性高分子ゲル2を固定している外殻の部分が変形力を受けて外殻全体が変形する。また、第6図に示すように、イオン性高分子ゲル2の一端が外殻1に固定されている配置があり、この場合には、ゲル2の他端が変形することにより可撓性の電極3（あるいは4）に当接する。これによって電極を介して外殻全体が変形される。また、第7図に示すように、イオン性高分子ゲル2は、何ら固定されていないが電極3、4とゲル2との間隔がゲルの変形に対して充分狭い配置にしてあり、この場合には、ゲル2の端部が変形に伴い移動することにより電極3（あるいは4）に当接し、外殻全体を変形させる。また、第8図に示すように、イオン性高分子ゲル2の一方の側のみが電極に固定されている配置があり、この場合、ゲル2が例えば、「く」の字に変形すると、固定した側の電極（図では4）の上端及び下端が変形に伴う作用を受けて、その電極側の外殻面が変形すると共に、それに伴って図の上下の外殻部分を介して作用する変形力により反対側の外殻面も変形して、外殻全体が変形する。以上の例では、電極は、可撓性である必要がある。なお、電極が可撓性を有する必要のない例として、第9図に示すように、正・負両電極3、4の長さが短く、その間のイオン性高分子ゲル2は長く、その一端が外殻1に固定されている配置がある。この場合、電極が対向する部分のゲル2の変形により他端にまで変形が及び、この他端が外殻1に当接して、外殻1全体が変形する。ゲル2は、電極に影響されずに、外殻に変形力を与えることができるので、電極は可撓性でなくてもよい。また、第10図に示すように、2組の電極が外殻空間の上部と下部にそれぞれ配置され、1個のイオン性高分子ゲル2が2組の電極3、4の間であって、かつその両端が外殻1に固定されてなる配置である。この場合、2組の電極3、4とを同

じょうな極性の印加をすると、ゲル2は上端と下端とが同じ方向に変形するためS字に変形し、また、反対の極性の印加をすると、ゲル2は「く」の字に変形し、それぞれ外殻全体を変形させる。ゲル2は、電極3、4に影響されずに外殻を変形させることができるため、電極3、4は可撓性でなくてもよい。

本第2発明のアクチュエータは、電場の印加・解除、あるいは印加電場の正・負の逆転により屈曲・復元運動を行うものであり、印加する電圧としては直流電圧とする。そのため、正電極と負電極とに接続される電源手段は直流電源とする。

#### 〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

第1図は、本実施例のアクチュエータの断面図を、第2図は、その一部切欠斜視図を示す。

長方体の外殻1は、高分子弾性材料、例えば、アクリルフィルム、ニトリル・ブタジエンゴム等よりなり、内部に空間を有する。該空間内には、直流電圧の印加によって屈曲する板状のイオン性高分子ゲル2と、上記イオン性高分子ゲル2に電気エネルギーを与えるための板状の正電極3及び負電極4とが該イオン性高分子ゲル2をはさむように積層されて配置されてなる。負電極4は可撓性で、イオン性高分子ゲル2の変形に伴って変形するようになっている。正電極3はプラスチックスペーサ5を介してイオン性高分子ゲル2に接触しないように位置されてなる。なお、負電極4は、イオン性高分子ゲル2に接触しても問題はなく、負電極4とイオン性高分子ゲル2の接触界面を接着剤で接合してもよい。正電極3及び負電極4は、その表面を非イオン性高分子ゲル7により被覆されてなる。また、残りの空間には電解質溶液6が満たされている。

また、イオン性高分子ゲル2は、外殻1の空間と長さが同じであるため外殻1に拘束されている。そのため、高分子ゲル2が変形すると外殻1も変形する。

上記正電極3と負電極4とは、その先端部が外殻1より突出しており、それぞれ電源8に接続されてなる。この電源8より前記イオン性高分子ゲル2に直流電圧が印加制御される。電圧の印加制御によりイオン性高分子ゲル2の内部と電解質溶液中とのイオンが正及び負電極に向かって移動するに伴い、イオン性高分子ゲル2がその正電極側の面において負電極側の面より多くの電解質溶液を吸収してより膨潤する。その結果として、イオン性高分子ゲル2の正電極3近傍の内部に引張応力が生じて、イ

オン性高分子ゲル2が屈曲して、アクチュエータ全体が屈曲する。また、電圧の印加の解除、あるいは正・負電極の逆転によりイオン性高分子ゲル2が電解質溶液を排出し、その結果として内部の引張応力を減少するために形状を復元して、アクチュエータ全体も復元する。なお、正・負電極の逆転を行う場合、正・負電極はイオン性高分子ゲル2に接触しないように位置するのがよい。本実施例のアクチュエータは、電解質溶液によりイオン性高分子ゲルにおける残留応力の発生を抑制して、イオン性高分子ゲルの屈曲・復元運動を滑らかに行う。更に、イオン性高分子ゲル等が一体化しているので、大気中でも使用することができる。

また、他の実施例として、第3図及び第4図に示すものがある。第3図は該実施例のアクチュエータの断面図、第4図はその一部切欠斜視図である。この実施例のアクチュエータは、正電極3がイオン性高分子ゲル2の長さよりも長く、しかもひだ状に配置され、しかもイオン性高分子ゲル2よりも長さの短い負電極4を使用した以外は前記実施例のものと同様のものである。この実施例では、正電極3がひだ状に配置されているので拡がる（延びる）ことが可能であるため、またイオン性高分子ゲル2より長さが長いのでイオン性高分子ゲル2の正電極側の面全体に引張応力を発生させることができるのでアクチュエータをより速く、しかもより大きく屈曲させることができる。

また、負電極4は、短いので、イオン性高分子ゲル2の変形が直接外殻1を変形させることができるので、負電極4は可撓性である必要はない。

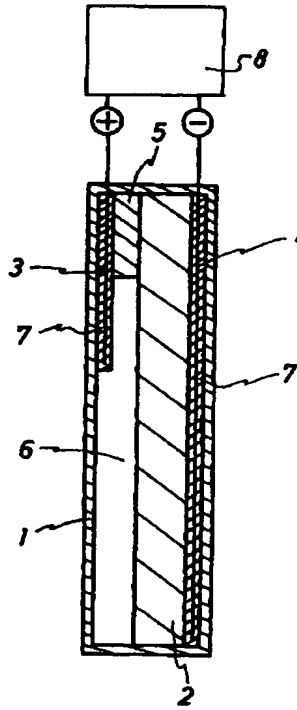
#### 【図面の簡単な説明】

第1図は、本発明の実施例におけるメカノケミカルアクチュエータの断面図、第2図は、そのメカノケミカルアクチュエータの一部切欠斜視図、第3図は、他の実施例におけるメカノケミカルアクチュエータの断面図、第4図は、そのメカノケミカルアクチュエータの一部切欠斜視図、第5図ないし第10図は、本発明のメカノケミカルアクチュエータにおけるイオン性高分子ゲルの配置の具体例を示す断面図である。

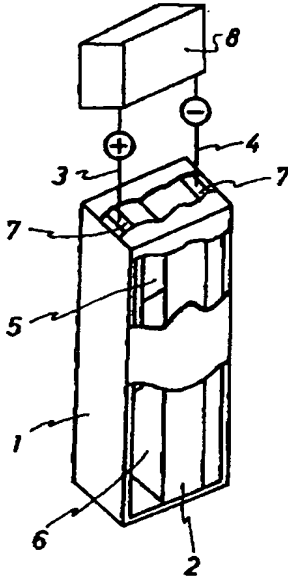
1……外殻、2……イオン性高分子ゲル、  
3……正電極、4……負電極、  
5……プラスチックスペーサ、  
6……電解質溶液、7……非イオン性高分子ゲル  
8……電源



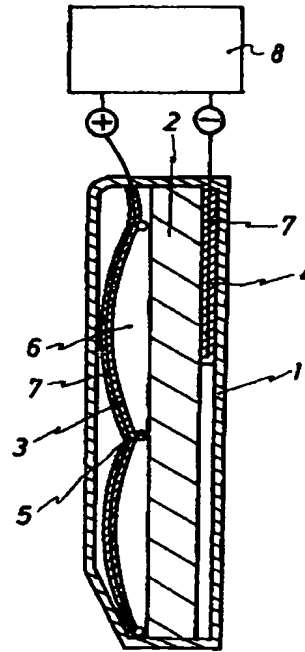
【第1図】



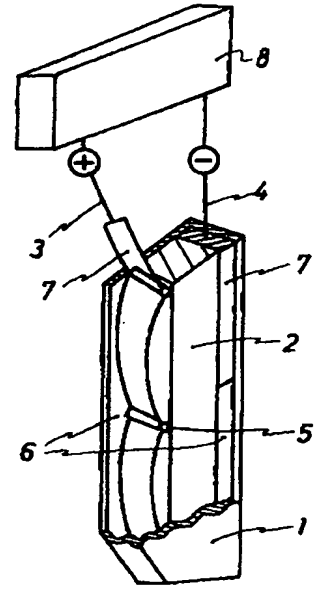
【第2図】



【第3図】

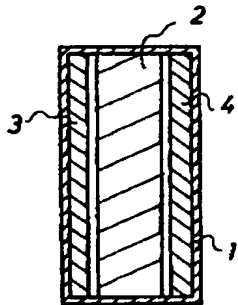


【第4図】

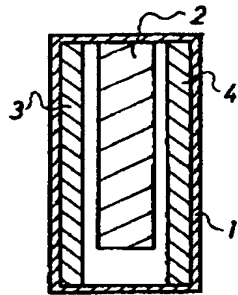


【第9図】

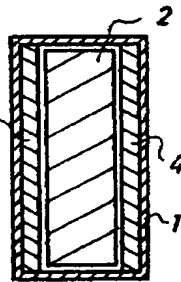
【第5図】



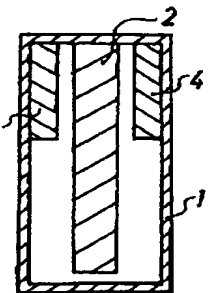
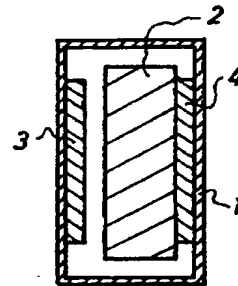
【第6図】



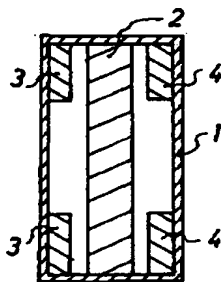
【第7図】



【第8図】



【第10図】



## フロントページの続き

- (72)発明者 広瀬 美治  
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内
- (72)発明者 志賀 亨  
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

- (56)参考文献 特開 昭61-71683 (JP, A)  
特開 昭64-41673 (JP, A)  
特開 平1-164804 (JP, A)  
特開 平1-320068 (JP, A)  
特開 昭61-4731 (JP, A)  
CHEMISTRY LETTERS,  
Vol. 165, No. 9 1985, The  
Chemical Society of  
Japan, P. 1285-1288, 昭和60年  
9月5日発行  
SCIENCE, Vol. 218, No.  
4571, AMERICAN ASSOCIA  
TION FOR THE ADVANC  
EMENT OF SCIENCE, 29.  
OCT. 1982, P. 467-469